

読者の広場

Q&A

Q: 「最近、金属原子1層で超電導状態になることを発見、との記事がありました。今後どのような展開が期待されるのでしょうか?」

A: 主として2つの方向性を考えています。一つは、物質探索などによって超電導転移温度 (T_c) を上昇させることです。新聞発表などでは一般の読者にとってわかりやすくするために、金属原子1層という言い方をしましたが、厳密に言うと基板のシリコンが及ぼす影響を考える必要があります。すなわち、シリコン原子と金属原子（この場合はインジウム原子）はかなり強く結合しており、超電導になるのは、このシリコンと金属原子が一体になった表面系であると考えた方がより正確です。このような系は、専門的には表面超構造と言われていて、表面に吸着した金属原子や基板の種類、基板の面方位、試料作製時の温度などによって、極めて多種多様な構造をとることが知られています。すなわち、物質探索には非常に適した系であって、このような中には、当然超電導になるものもたくさんあると考えられます。基本的にバルクとは異なった物質ですから、 T_c がバルクの金属より高くなることも十分に考えられます。また、究極的に薄い超電導体であることを利用して、ゲート電極によってキャリアを注入して、 T_c を上げることもできるかもしれません。

もう一つは、デバイス応用です。近年注目されている単一量子磁束演算素子や超電導単一光子検出器には超電導薄膜が使われますが、ここで扱っているものは1原子層の膜厚の超電導体ですから、微細化して高集積化や高速化を目指すのには適していると思われます。特に私たちが期待しているのが、超電導単一光子検出器への応用です。マイクロカロリメータ方式では、光子の吸収がもたらす温度上昇によって超電導状態が破壊されることを利用しています。ここでは単原子層の薄膜であるため、熱容量が極めて小さいため感度が上がり、基板との密着性も良いので、熱が基板に容易に拡散して応答速度が上がることも期待できます。また、シリコンなどの基板には単原子の高さに相当するステップ構造があって、そこで金属原子層は断絶しています(図1を参照)。私たちの実験結果は、そこでジョセフソン接合ができていることを示唆しています。ステップ構造は原子スケールで均一ですから、ジョセフソン接合の特性も均一のはずです。すなわち、特性のそろった天然のジョセフソン接合が大量に存在していることになります。このようなジョセフソン接合を取り出してナノテクノロジーを駆使して制御し、デバイスに応用することも考えています。

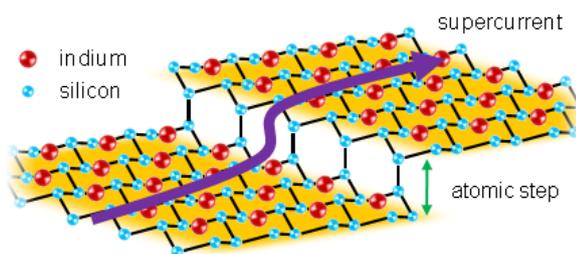


図1 シリコン基板上にインジウム原子が一層配列した試料の模式図。基板上には単原子の高さに相当するステップがある。

回答者：独立行政法人 物質・材料研究機構 内橋 隆 様

[超電導 Web21 トップページ](#)

「Web21 についてのご意見・ご感想、「読者の広場」その他で取り上げて欲しい事項、その他のお問い合わせは、超電導 Web21 編集局メール web21@istec.or.jp までお願いします。」